

PROCEDE DE FILTRATION ET FILTRE COMPOSE DE CYCLES OU D'HETEROCYCLES AZOTES  
TELS QUE L'ADN OU L'ARN DESTINE NOTAMMENT A LA FILTRATION DE FUMEE DE TABAC ET  
CIGARETTE COMPORTANT UN TEL FILTRE

La présente invention concerne un procédé de filtration et un filtre  
5 d'usage général, applicable en particulier aux produits tabagiques, et  
notamment pour l'embout filtre d'une cigarette. L'invention a plus  
particulièrement pour objet de protéger les molécules du génome humain  
contre les toxiques cancérigènes de la fumée inhalée.

Les filtres de cigarette connus à ce jour contiennent en général des dérivés  
10 polysaccharidiques, d'origine naturelle ou thermoplastique, des polyesters,  
tels que les polyéthylène et polypropylène téréphtalate. Les brevets EP  
434332 et EP 434339 de RJ Reynolds Tobacco Cie décrivent de tels  
filtres, ils peuvent contenir également des grains de tabac séchés. Dans ces  
différents brevets, il est fait mention de l'utilisation de sels, d'acides, de  
15 bases, de tensioactifs, dans un milieu à PH basique.

Plus particulièrement contre les substances cancérigènes, le brevet WO  
96/00019 décrit un filtre de cigarette enrichi d'ions  $Fe^{++}$ ,  $Cu^{++}$  ou  $Mg^{++}$ .  
L'objectif est la rétention de radicaux libres et particulièrement la  
protection des métalloprotéines.

20 Le brevet WO 96/10929 décrit un inhibiteur de radicaux libres, tel qu'un  
dérivé O-alkylé du 2,4-monofurfurylidène sorbitol, associé à un  
antioxydant, dont l'action est de filtrer les Hydrocarbures Polycycliques  
Aromatiques (HPA), principalement le 3,4-Benzo-a-pyrène (BaP), au  
pouvoir cancérigène connu.

25 Par ailleurs, il est connu que le fluor a des effets antitumoraux. Il intervient  
notamment dans la composition de la dexaméthasone et du 5-fluorouracile.  
De plus, l'utilisation du papier filtre de laboratoire au  
polytetrafluoroéthylène (PTFE) est connue.

Le procédé de filtration selon l'invention a une action sélective, chimique directe, anti-cancérigène. Il est destiné à filtrer les produits toxiques, en particulier les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA) tel que le benzo(a)pyrène (BaP) et les nitrosamines, contenus dans la fumée de tabac d'une cigarette.

Le procédé de filtration comprend l'étape de maîtriser le taux des produits toxiques par rapport à celui de la nicotine de manière à ce que la réduction du taux à la sortie du filtre soit supérieure à un seuil prédéterminé. Ainsi, la nicotine et les arômes du goût pour la satisfaction et le plaisir des fumeurs sont conservés.

Le mode d'action sélectif du procédé selon l'invention, vis à vis des produits toxiques cancérigènes par rapport à la nicotine, est une de ses principales propriétés.

Sa seconde caractéristique principale est son action chimique directe. C'est-à-dire son action vis à vis des produits toxiques cancérigènes au niveau du site réactif même de l'ADN.

De préférence, pour maîtriser le taux des produits toxiques, notamment le taux des hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA) et des nitrosamines, par rapport à celui de la nicotine, le procédé selon l'invention comprend les étapes suivantes :

- l'étape de capter tout ou partie des produits toxiques au moyen d'un principe actif agissant sur lesdits produits toxiques selon des processus moléculaires comparables à ceux selon lesquels réagit l'ADN et/ou l'ARN de la cellule humaine vis à vis desdits produits toxiques,

- l'étape de contrôler les conditions opératoires du filtre en opérant en milieu sensiblement non aqueux et de pH basique, de préférence supérieur ou égal à 8,

- l'étape d'ajuster la masse du principe actif de telle sorte qu'elle soit supérieure ou égale à 0,1 % de la masse du filtre de la cigarette et de

préférence supérieure ou égale à 1 % de la masse du filtre.

Ce sont les attaques contre les molécules d'ADN et/ou d'ARN de la cellule humaine qui sont principalement à l'origine des tumeurs cancéreuses. Par conséquent, en filtrant la fumée de tabac par des mécanismes moléculaires de même nature que ceux qui dégradent l'ADN et/ou l'ARN, on capte de manière sélective et directe les produits toxiques cancérogènes, contenus dans la fumée de tabac.

Les inventeurs ont constatés que ce sont avec les quantités minimales de principe actif et dans les conditions opératoires ci-dessus mentionnées qu'il est possible de maîtriser le taux des produits toxiques, notamment le taux des hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA) et des nitrosamines, par rapport à celui de la nicotine.

De préférence, ledit principe actif est composé de molécules constituées d'un ou plusieurs cycles azotés ou hétérocycles azotés, de préférence des hétéroaromatiques azotés, notamment de pentacycles ou d'hexacycles ou d'une association des deux. Avantageusement, selon l'invention, ledit principe actif doit se présenter sous la forme :

- d'une chaîne desdites molécules et/ou
- desdites molécules liées, dans un arrangement chimique commun, à une fibre tel qu'une fibre composée d'acétate de cellulose.

De préférence, la molécule du principe actif est de l'ADN et/ou de l'ARN et/ou un dérivé de l'ADN ou de l'ARN, comme par exemple l'adénosine triphosphate (ATP), l'adénosine monophosphate cyclique (AMP), l'adényl-cyclase.

L'invention concerne également un filtre de cigarette mettant en œuvre le procédé ci-dessus décrit. Le filtre de cigarette selon l'invention a une action sélective, chimique directe, anti-cancérogène. Il est destiné à filtrer particulièrement les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA) et notamment le benzo(a)pyrène (BaP) ainsi que les nitrosamines, en

conservant le taux de nicotine et les arômes du goût pour la satisfaction et le plaisir du fumeur. Le filtre comporte un principe actif composé de molécules constituées d'un ou plusieurs cycles azotés ou hétérocycles azotés, et particulièrement des hétéroaromatiques azotés, notamment de pentacycles ou d'hexacycles ou d'une association des deux. Avantageusement, ledit principe actif doit se présenter sous la forme d'une chaîne desdites molécules et/ou desdites molécules liées à une fibre, notamment une fibre d'acétate de cellulose, dans un arrangement chimique commun. La masse desdits cycles ou hétérocycles azotés et particulièrement des hétéroaromatiques azotés est au moins égale ou supérieure à 0,1 % de la masse totale du filtre. Le milieu dans lequel lesdits cycles ou hétérocycles azotés et particulièrement des hétéroaromatiques azotés opèrent est un milieu sensiblement non-aqueux ayant un pH basique. Dans ces conditions opératoires, il a été constaté qu'il est possible de réduire de manière substantielle, à la sortie du filtre, le taux des hydrocarbures polycycliques aromatiques par rapport à la nicotine. Le taux peut être réduit de plus de 90 % en conservant le taux de nicotine et les arômes du goût pour la satisfaction et le plaisir du fumeur. Selon une variante de réalisation du filtre, on utilise également d'autres fibres d'origine naturelle ou artificielle, principalement des aromatiques de l'éthylène (par exemple, le polyéthylène téréphtalate), du propylène (par exemple, le polypropylène téréphtalate), en milieu de sels fluorés. Avantageusement, dans une variante de réalisation de l'invention, les molécules sont constituées en polymère au sens large. Avantageusement également, dans une autre variante de réalisation de l'invention, le principe actif est exclusivement constitué de molécules et/ou desdits polymères. De préférence, la masse desdits cycles ou hétérocycles azotés et particulièrement des hétéroaromatiques azotés est au moins égale ou

supérieure à 1 % de la masse totale du filtre.

Avantageusement, le taux d'humidité du filtre est compris entre 5 et 10%.

Avantageusement, le pH du filtre est supérieur à 8.

De préférence, la molécule du principe actif est de l'ADN et/ou de l'ARN  
5 et/ou un dérivé de l'ADN ou de l'ARN, comme par exemple l'adénosine triphosphate (ATP), l'adénosine monophosphate cyclique ou l'adényl-cyclase.

Ainsi, les produits toxiques cancérigènes, contenus dans la fumée de tabac, affectant directement les molécules d'ADN et/ou d'ARN de la cellule  
10 humaine, sont captés sélectivement par le filtre selon des processus moléculaires comparables à ceux selon lesquels lesdits produits toxiques agissent sur l'ADN et/ou l'ARN de la cellule humaine.

Avantageusement, la molécule du principe actif est additionnée, sur l'un au moins des cycles azotés ou hétérocycles azotés et particulièrement des  
15 hétéroaromatiques azotés, d'au moins une fonction choisie dans un groupe comprenant les fonctions :

- amine  $\text{NH}_2$ ,

- cétone, aldéhyde,

- méthyle

20 - alcène, alcyle ou aryle,

Avantageusement, au moins une molécule du principe actif est additionnée d'un ou plusieurs sucres tels que le ribose ou le désoxyribose.

Avantageusement, au moins une molécule du principe actif est additionnée d'une ou plusieurs fonctions acides, notamment de l'acide phosphorique  
25 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) pentavalent et/ou d'une autre molécule comportant un phosphore trivalent.

Avantageusement, dans le cas d'une chaîne de molécules constituée en polymère, la polymérisation est effectuée au sens large au niveau des cycles azotés, soit des hétérocycles azotés et particulièrement des

hétéroaromatiques azotés et/ou des fonctions additionnées et/ou des acides et/ou des sucres.

5 Avantageusement, la molécule du principe actif comporte un ou plusieurs atomes et/ou une ou plusieurs molécules et/ou un ou plusieurs radicaux et/ou un ou plusieurs ions d'un halogène, tel que notamment le fluor.

Avantageusement, la molécule du principe actif est située dans un milieu contenant des sels halogénés, notamment des sels de fluorure de sodium NaF.

10 Avantageusement, dans le cas où ledit principe actif se présente sous la forme d'une chaîne desdites molécules et/ou desdites molécules liées à une fibre, ladite fibre est partiellement halogénée, tel que notamment par le fluor. Avantageusement également dans ce cas, ladite fibre, partiellement halogénée ou non, est dans un milieu comportant des atomes, des molécules, des radicaux ou des ions d'un halogène, tel que notamment le fluor.

15 L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un filtre comportant un principe actif composé de chaînes de molécules ayant les caractéristiques ci-dessus définies. Ledit procédé comprend l'étape d'extruder et/ou de rouler ensemble lesdites chaînes de molécules. Dans le cas où lesdites molécules sont liées dans un arrangement chimique commun à des fibres, notamment des fibres d'acétate de cellulose, ledit procédé de fabrication comprend l'étape d'extruder et/ou de rouler ensemble lesdites fibres.

20 L'invention concerne également un dispositif de filtration d'application générale comportant un principe actif composé des molécules et/ou des fibres ayant les caractéristiques et opérant dans les conditions ci-dessus définies.

25 Avantageusement, le dispositif de filtration selon l'invention est tel que lesdites molécules et/ou lesdites fibres sont incorporées dans des

compartiments séparés, ou se présentant sous la forme de grains et/ou de filaments.

Avantageusement, le dispositif de filtration selon l'invention est tel que lesdites molécules et/ou lesdites fibres se présentent selon un état physique

5      gélatineux, liquide ou gazeux.

Le dispositif de filtration peut être appliqué à la filtration sélective de produits toxiques. Le dispositif de filtration selon l'invention peut être appliqué à la purification sélective de la fumée du tabac, afin de conserver les taux usuels de nicotine, pour la satisfaction du fumeur, et de goudron

10     contenant les arômes du tabac, pour la conservation du goût.

L'invention concerne également une cigarette comportant un dispositif de filtration tel que celui ci-dessus décrit. Ainsi que cela est représenté sur la figure 2, la cigarette selon l'invention comporte une tige de tabac 2. A l'une des extrémités de la tige 2 est monté un dispositif de filtration 1 tel que celui ci-dessus décrit.

15    

L'invention protège les molécules du génome humain contre les toxiques cancérogènes de la fumée de tabac. De plus, dans le cas d'un article à fumer, ce filtre a la particularité de préserver dans leur totalité les taux usuels de nicotine et les goudrons des arômes. Ce filtre à faible coût et dont l'efficacité est maximale permet une réalisation pratique et industrielle pour le meilleur de la satisfaction du fumeur et de son plaisir grâce à la conservation du goût, tout en allégeant considérablement les risques encourus, particulièrement dans le domaine de la pathologie bronchopulmonaire et cardiovasculaire.

20    

L'invention dont il est question ici est destinée à protéger le génome humain contre les attaques des produits cancérogènes, principal processus investi dans le mécanisme de l'initiation et de la promotion du phénomène cancéreux. L'invention s'attache moins aux processus indirects d'attaques

25

cellulaires réalisés au niveau de molécules telles que les métalloprotéines ou les globulines engagées dans le système de réponse immunitaire.

Dans le cas d'un filtre d'article à fumer, l'étiogénie cancérigène relève de molécules qui ne se situent pas toujours originellement dans le tabac lui-même, mais qui sont des dérivés intermédiaires de pyrolyse constitués le long de la tige de la cigarette à travers un couloir de refroidissement jusqu'au filtre lors de l'inhalation-aspiration.

Ces dérivés, radicaux libres ou carbocations, sont électrophiles.

Les radicaux libres et les carbocations sont désormais mieux connus comme agents de génotoxicité modifiant les règles de duplication de l'ADN et/ou constituant avec lui des adduits. Ils peuvent être aussi responsables de troubles dans le codage par l'ADN des protéines indispensables à la vie cellulaire.

L'invention met en œuvre des molécules dont plusieurs noyaux nucléophiles préviennent l'attaque électrophile de ces agents. Les molécules selon l'invention filtrent, grâce à leur quantité présente dans le filtre, les toxiques dont la destinée seraient d'avoir une action cancérigène dans le corps du fumeur soit in situ, soit après un processus de métabolisation dans le foie du fumeur.

Dans le corps humain, les composés et radicaux à filtrer constituent des adduits puissants avec l'ADN par pénétration dans les noyaux cellulaires ou après passage, pour les précancérigènes, par des systèmes bioactifs du corps, et entraînent des processus mutagènes et cancérigènes.

Il est connu que le processus cancérigène met en cause le plus souvent des atomes électrophiles dans des molécules dont le passage transmembranaire vers le noyau cellulaire est favorisé par un milieu de densité électrique positive.

Selon l'invention, pour filtrer ces molécules précurseurs de génotoxicité, on utilise des molécules constituées de dipôles nucléophiles, de forces de



tension, de nuages électroniques  $\pi$  qui réalisent des pôles nucléophiles d'attraction pour les composés et radicaux électrophiles.

Au cours des essais, il a été constaté que les composants des molécules du filtre selon l'invention, et notamment les nucléotides de l'ADN et de l'ARN, font obstacle aux composés et radicaux à filtrer avant même qu'ils n'atteignent le patrimoine génétique humain.

On va maintenant décrire la figure 1 qui représente le schéma d'un exemple de molécule selon l'invention. Les radicaux R1, R2, R3 et R4 sont des fonctions amines, cétones, aldéhydes, méthyles, alcènes, alcyles, aryles, etc...

Ces fonctions, additionnées à la molécule, peuvent servir à filtrer des époxydes d'alkyle ou d'aryle, des esters sulfates, des nitrosamines au pouvoir cancérigène direct.

Ces radicaux R1, R2, R3 et R4 peuvent aussi être un ou plusieurs atomes ou un radical d'un halogène tel que le fluor.

A titre d'exemple, les molécules de type purine ou pyrimidine peuvent être réalisées sous la forme de filaments, brins monocaténaires obtenus par dénaturation d'ADN, ou brins d'ARN le plus souvent simples.

Il est connu que l'ADN ou l'ARN peuvent être obtenus par culture de micro-organismes, par éclatement des noyaux et un procédé d'électrophorèse en gel.

Le filtre peut utiliser un ou plusieurs halogènes, mais de préférence le fluor, sous forme d'atome, de molécule, de radical ou d'ion.

Quand il est utilisé, le fluor peut être préalablement additionné sur un noyau phényle précurseur possible de synthèse de la molécule selon l'invention par l'intermédiaire d'un acide minéral, d'un acide de Brønsted, ou d'un acide de Lewis.

Dans le cas d'une halogénéation, le syndrome de la "fièvre des polymères" ou "Influenza Like" sera évité en procédant à une halogénéation partielle des fibres.

Les sels halogénés utilisés sont de préférence des sels solubles de métaux alcalins et alcalino-terreux, par exemple le fluorure de sodium.

Les molécules selon l'invention et/ou les autres fibres du filtre peuvent être extrudées ou roulées ensemble avec des sels halogénés, comme par exemple dans le procédé de fabrication décrit dans le brevet WO/24078 de Caredent Ltd.

Certains toxiques sont à exclure, comme les acides carboxyliques du fluor ou leurs précurseurs, particulièrement l'acide fluoroacétique ainsi que certains organophosphorés dangereux.

Le taux de l'halogène utilisé ne dépassera pas le seuil imposé par les mesures de restriction de la biodégradation et du taux de fluor consommable.

Dans le cas d'une halogénéation, le filtre peut également présenter pour les fibres des molécules selon l'invention et/ou pour les autres fibres du filtre une distribution à haute teneur en fluor puis à moindre teneur en fluor, du centre vers la périphérie du filtre ou l'inverse, ou en compartiments distincts disposés selon la longueur du filtre.

Le filtre, tel que décrit ici, a la fonction de filtrer de façon plus efficace les composés et radicaux électrophiles tels que les Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques (HPA) - et surtout le BaP - et les Nitrosamines.

Le filtre comporte aussi, dans certaines variantes de réalisation, des solvants tensio-actifs ou d'autres matériaux (des acides de type minéral ou carboxylique, des bases ou des sels en particulier pour la conservation d'un certain PH basique.

Les molécules du filtre selon l'invention fonctionnent en pH basique de préférence supérieur ou égal à 8, ce qui facilite la conservation du taux de nicotine comme indiqué plus haut.

Les fonctions acides, bases et sels peuvent être soit additionnées aux molécules selon l'invention et/ou aux autres fibres du substrat du filtre, soit

situées à leur contact. Elles peuvent servir aussi à l'halogénéation de la molécule du principe actif et/ou des autres fibres du substrat du filtre.

La plus grande propreté du flux inhalé, conjuguée à une action de désencombrement des tissus, permet un pronostic très favorable quant à la limitation de la pathologie broncho-pulmonaire, cardiovasculaire et des processus mutagènes ou cancérigènes.

Le filtre a un usage général de filtration des polluants et des produits toxiques. Dans le cas de la filtration d'article à fumer, le filtre ainsi décrit n'est pas nécessairement au contact du tabac; il peut par exemple être logé dans un fume-cigarette.

Au cours des essais dans le cas d'un article à fumer, il a été constaté que quelques milligrammes du principe actif ajoutés à la masse du filtre en milieu d'humidité correspondant à celle d'un filtre conventionnel de cigarette, soit de l'ordre de  $7 \pm 2 \%$ , suffisent à filtrer la quasi totalité des produits cancérigènes incriminés dans le tabac.

De façon générale, la masse des cycles azotés et des hétérocycles azotés et particulièrement des hétéroaromatiques azotés présents dans le filtre représente au moins 0,1 % et, préférentiellement, plus de 1 % de la masse totale du filtre.

#### **Tests réalisés.**

Les tests ont été réalisés dans les conditions suivantes.

Filtre de cigarette de dimensions standards injecté de filaments monocaténaires d'ADN de saumon composés d'un millier de nucléotides environ, la masse de l'ADN étant de 10 mg par filtre de cigarette, le filtre étant séché avant les tests de fumage et de dosage.

Taux d'humidité :  $7 \pm 2 \%$ ,

PH : environ 8

Cigarettes témoins utilisées: Peter Stuyvesant<sup>TM</sup> normales et « extra light ».

Cigarettes utilisées dont le filtre est modifié: Peter Stuyvesant<sup>TM</sup> normales.

1) Comparatif Peter Stuyvesant normales et Peter Stuyvesant normales modifiées.

	Peter Stuyvesant <sup>TM</sup> "normales"	Peter Stuyvesant <sup>TM</sup> normales avec filtre modifié	$\Delta$
Nicotine	0.84 mg	0.91 mg	$\equiv$
Goudrons	11.4 mg	12.5 mg	$\equiv$
Benzo(a)Pyrène	5.5 ng	1.0 ng	- 82 %
B(a)P / nicotine	6.55	1.10	- 83 %

2) Comparatif Peter Stuyvesant Extra Light et Peter Stuyvesant normales modifiées.

	Peter Stuyvesant <sup>TM</sup> "Extra Light"	Peter Stuyvesant <sup>TM</sup> normales avec filtre modifié	
Nicotine	0.31 mg	0.91 mg	
Goudrons	3.8 mg	12.5 mg	
Benzo(a)Pyrène	3.0 ng	1.0 ng	- 67 %
B(a)P / nicotine	9.68	1.10	- 89 %

5 Teneurs moyennes exprimées par cigarette.

Mesures de nicotine et goudrons selon les normes ISO 3402/4387/3308/10315/10362

10 Mesures de benzo(a)pyrene selon l'article "Mariner D.C; Tuck D.J.; Frost B.E.; benzo(a)pyrene analysis in main stream cigarette smoke, CORESTA meeting Hamburg 1999, abstr. ST3". Les teneurs en benzo(a)pyrene ont été arrondies à 0.5 ng/cigarette.

### Exemple de filtres selon l'invention

#### Exemple 1

15 Filtre de cigarette conventionnel en acétate de cellulose d'environ 200mg.  
Le filtre est injecté de brins monocaténares d'ADN de saumon, d'une

longueur de 2000 paires de bases environ et pour une quantité égale à 10 mg pour un filtre de cigarette usuel.

En milieu de sels à 0,1 % de NaF.

Taux d'humidité :  $7 \pm 2\%$

5 PH : environ 8

### **Exemple 2**

Filtre de cigarette conventionnel en acétate de cellulose d'environ 200mg.

Le filtre est constitué sur son axe d'un compartiment mixte de filaments d'ADN de saumon et de fibres de polypropylène téréphtalate, et d'un  
10 compartiment constitué uniquement de ces dernières fibres. La masse des filaments d'ADN représentant 10 mg pour un filtre de cigarette usuel.

En milieu de sels à 0,1 % de NaF.

Taux d'humidité :  $7 \pm 2\%$

PH : environ 8

15 **Exemple 3**

Filtre de cigarette conventionnel en acétate de cellulose d'environ 200mg.

Le filtre de cigarette est composé d'une mixture de filaments linéaires d'ADN de saumon emmêlés à des fibres de polypropylène téréphtalate. La  
20 masse des filaments d'ADN représentant 10 mg pour un filtre de cigarette usuel.

En milieu de sels fluorés à 0,1 % de KF, NaF, Na<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>F dans un rapport de 1:1:1.

Taux d'humidité :  $7 \pm 2\%$

PH : environ 8.

### Revendications

1. Procédé de filtration d'action sélective, chimique directe, anti-cancérigène, destiné à filtrer les produits toxiques, en particulier les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA) tel que le benzo(a)pyrène (BaP) et les nitrosamines, contenus dans la fumée de tabac d'une cigarette ;  
5 ledit procédé comprenant l'étape de maîtriser le taux des produits toxiques par rapport à celui de la nicotine de manière à ce que la réduction du taux à la sortie du filtre soit supérieure à un seuil prédéterminé,

*(de sorte que la nicotine et les arômes du goût pour la satisfaction et le plaisir des fumeurs sont conservés).*

2. Procédé de filtration selon la revendication 1 tel que pour maîtriser le taux des produits toxiques par rapport à celui de la nicotine, notamment le taux des hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA) ) et des nitrosamines, ledit procédé comprend les étapes suivantes :

15 - l'étape de capter tout ou partie des produits toxiques au moyen d'un principe actif agissant sur lesdits produits toxiques selon des processus moléculaires comparables à ceux selon lesquels réagit l'ADN et/ou l'ARN de la cellule humaine vis à vis desdits produits toxiques,

20 - l'étape de contrôler les conditions opératoires du filtre en opérant en milieu sensiblement non aqueux et de pH basique, de préférence supérieur ou égal à 8,

- l'étape d'ajuster la masse du principe actif de telle sorte qu'elle soit supérieure ou égale à 0,1 % de la masse du filtre de la cigarette et de préférence supérieure ou égale à 1 % de la masse du filtre.

25 3. Procédé selon la revendication 2 tel que ledit principe actif est composé de molécules constituées d'un ou plusieurs cycles azotés ou hétérocycles azotés, et particulièrement des hétéroaromatiques azotés, notamment de pentacycles ou d'hexacycles ou d'une association des deux ; ledit principe actif se présentant sous la forme :

- d'une chaîne desdites molécules et/ou
- desdites molécules liées dans un arrangement chimique commun à une fibre, notamment une fibre composée d'acétate de cellulose.

4. Procédé selon la revendication 3 tel que la molécule du principe actif est de l'ADN et/ou de l'ARN et/ou un dérivé de l'ADN ou de l'ARN, comme par exemple l'adénosine triphosphate (ATP), l'adénosine monophosphate cyclique (AMP), l'adényl-cyclase.

5. Filtre de cigarette d'action sélective, chimique directe, anti-cancérigène, destiné à filtrer particulièrement les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA), notamment le benzo(a)pyrène (BaP), ainsi que les nitrosamines, en conservant le taux de nicotine et les arômes du goût pour la satisfaction et le plaisir du fumeur ;

ledit filtre comportant un principe actif composé de molécules constituées d'un ou plusieurs cycles azotés ou hétérocycles azotés, et particulièrement des hétéroaromatiques azotés, notamment de pentacycles ou d'hexacycles ou d'une association des deux ; ledit principe actif se présentant sous la forme :

- d'une chaîne desdites molécules et/ou
- desdites molécules liées à une fibre dans un arrangement chimique commun, notamment une fibre composée d'acétate de cellulose ;

la masse desdits cycles ou hétérocycles azotés et particulièrement des hétéroaromatiques azotés étant au moins égale ou supérieure à 0,1 % de la masse totale du filtre ;

lesdits cycles ou hétérocycles azotés et particulièrement des hétéroaromatiques azotés opérant dans un milieu sensiblement non-aqueux et ayant un pH basique ,

*(de sorte qu'il est ainsi possible de réduire de manière substantielle, à la sortie du filtre, le taux des hydrocarbures polycycliques aromatiques par rapport à la nicotine, notamment de plus de 90 %, en conservant le taux*

*de nicotine et les arômes du goût pour la satisfaction et le plaisir du fumeur ).*

6. Filtre selon la revendication 5 tel que les molécules sont constituées en polymère au sens large.

5 7. Filtre selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6 tel que le principe actif est exclusivement constitué desdites molécules et/ou desdits polymères.

10 8. Filtre de cigarette selon l'une quelconque des revendications 5 à 7 tel que la masse desdits cycles ou hétérocycles azotés, et particulièrement des hétéroaromatiques azotés, est au moins égale ou supérieure à 1 % de la masse totale du filtre.

9. Filtre de cigarette selon l'une quelconque des revendications 5 à 8 tel que le taux d'humidité du filtre est compris entre 5 et 10%.

15 10. Filtre de cigarette selon l'une quelconque des revendications 5 à 9 tel que le pH du filtre est supérieur à 8.

20 11. Filtre de cigarette selon l'une quelconque des revendications 5 à 8 tel que la molécule du principe actif est de l'ADN et/ou de l'ARN et/ou un dérivé de l'ADN ou de l'ARN, comme par exemple l'adénosine triphosphate (ATP), l'adénosine monophosphate cyclique ou l'adényl-cyclase,

25 *(de sorte que les produits toxiques cancérigènes, contenus dans la fumée de tabac, affectant les molécules d'ADN et/ou d'ARN de la cellule humaine, sont captés par le filtre selon des processus moléculaires comparables à ceux selon lesquels lesdits produits toxiques agissent sur l'ADN et/ou l'ARN de la cellule humaine).*

12. Filtre selon l'une quelconque des revendications 5 à 11 tel que la molécule du principe actif est additionnée, sur l'un au moins des cycles azotés ou hétérocycles azotés et particulièrement des hétéroaromatiques azotés, d'au moins une fonction choisie dans un groupe comprenant les



fonctions :

- amine  $\text{NH}_2$ ,
- cétone, aldéhyde,
- méthyle,
- 5 - alcène, alcyle ou aryle,

sur l'un au moins des cycles azotés ou hétérocycles azotés, et particulièrement des hétéroaromatiques azotés.

13. Filtre selon l'une quelconque des revendications 5 à 12 tel qu'au moins une molécule du principe actif est additionnée d'un ou plusieurs sucres tels que le ribose ou le désoxyribose.

14. Filtre selon l'une quelconque des revendications 5 à 13 tel qu'au moins une molécule du principe actif est additionnée d'une ou plusieurs fonctions acides, notamment de l'acide phosphorique ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) pentavalent et/ou d'une autre molécule comportant un phosphore trivalent.

15. Filtre selon l'une quelconque des revendications 5 à 14 telle que la polymérisation s'effectue au sens large au niveau des cycles azotés, soit des hétérocycles azotés et particulièrement des hétéroaromatiques azotés et/ou des fonctions additionnées et/ou des acides et/ou des sucres.

20 16. Filtre selon l'une quelconque des revendications 5 à 15 tel que la molécule du principe actif comporte un ou plusieurs atomes et/ou une ou plusieurs molécules et/ou un ou plusieurs radicaux et/ou un ou plusieurs ions d'un halogène, tel que notamment le fluor.

25 17. Filtre selon l'une quelconque des revendications 5 à 16 tel que la molécule du principe actif est en milieu de sels halogénés, notamment en milieu de sels de fluorure de sodium  $\text{NaF}$ .

18. Filtre selon l'une quelconque des revendications 5 à 17 tel que lesdites fibres sont partiellement halogénées, tel que notamment par le fluor, et/ou sont dans un milieu comportant des atomes, des molécules, des radicaux ou

des ions d'un halogène, tel que notamment le fluor.

5 **19.** Procédé de fabrication d'un filtre comportant des molécules et/ou des fibres selon l'une quelconque des revendications 5 à 18 ; ledit procédé comprenant l'étape d'extruder et/ou de rouler ensemble lesdites molécules et/ou lesdites fibres.

**20.** Dispositif de filtration comportant des molécules et/ou des fibres selon l'une quelconque des revendications 5 à 19.

10 **21.** Dispositif de filtration selon la revendication 20 tel que lesdites molécules et/ou lesdites fibres sont incorporées dans des compartiments séparés.

**22.** Dispositif de filtration selon l'une quelconque des revendications 20 ou 21 tel que lesdites molécules et/ou lesdites fibres se présentent selon un état physique gélatineux, liquide ou gazeux.

15 **23.** Application du dispositif de filtration selon l'une quelconque des revendications 20 à 22 à la filtration sélective de produits toxiques.

**24.** Cigarette comportant un dispositif de filtration selon l'une quelconque des revendications 20 à 22.

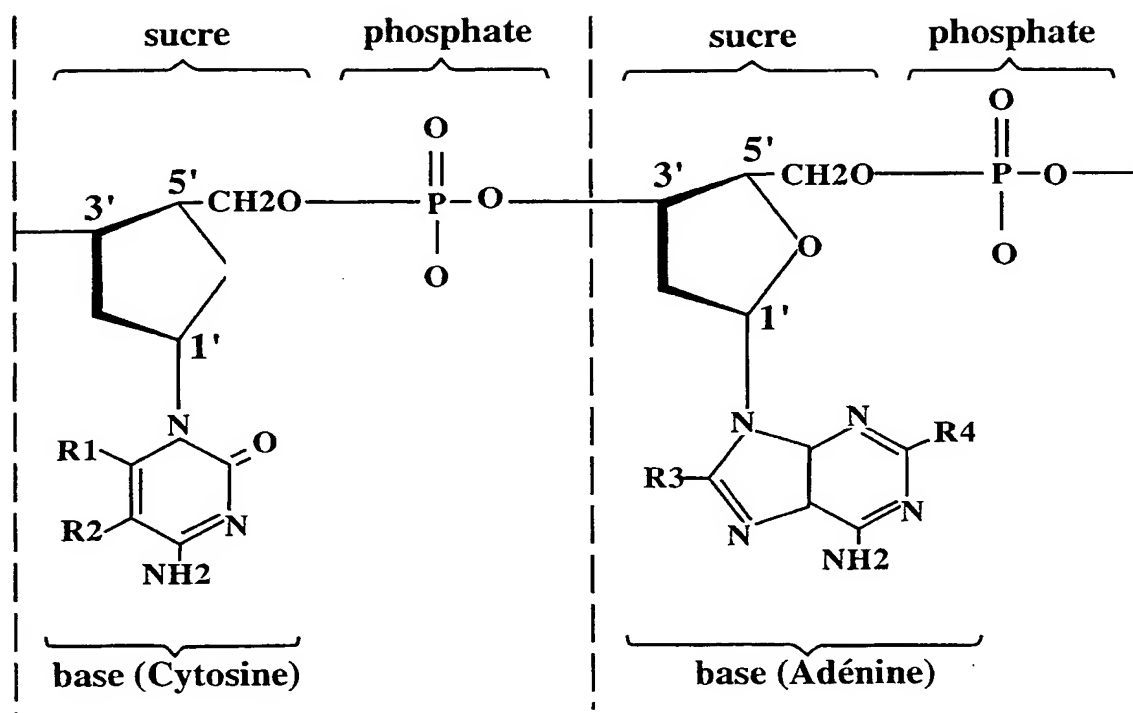


Fig 1

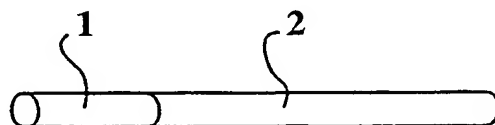


Fig 2

